

Artículo de  
InvestigaciónEvaluación del nivel de degradación de suelo y pastura en tres  
geoformas de Florencia-Caquetá

Luis Carlos Becerra-Ordoñez<sup>1</sup>,  
Leidy Tatiana Bernal-Perilla<sup>1</sup> &  
Wilson Rodríguez-Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Ingeniería Agroecológica, Universidad de la Amazonia.

<sup>2</sup>Docente del Programa de química, Universidad de la Amazonia.

Autor para Correspondencia\*:  
luiscarlosmf92@hotmail.com

Recibido 05 de julio de 2014.  
Aceptado 25 de diciembre 2014.

## Resumen

La principal actividad económica del departamento del Caquetá es la ganadería, la baja estabilidad por prácticas de manejo inadecuada y disminución en la fertilidad, promueven la degradación de suelo y pastura en el departamento. Se evaluó el nivel de degradación del suelo y de pastura en tres geoformas (vega, lomerío y montaña) del municipio de Florencia-Caquetá. Para la degradación de suelo se evaluaron las características físicas, químicas y biológicas, para la degradación de la pastura se estableció color de pastura, materia muerta, suelo desnudo, malezas y edad. Referente a los suelos de las tres geoformas estudiadas presentaron nivel de degradación física moderada a partir de la densidad aparente, degradación química de ligera a ninguna con respecto a contenido de nitrógeno total, fósforo disponible, PSI y sales disueltas y degradación biológica de ninguna a ligera con relación a materia orgánica. De acuerdo a la degradación de la pastura, vega y montaña presentaron nivel de degradación leve y lomerío presentó nivel de degradación severa.

**Palabras clave:** Degradación, geoforma, pastura, suelo.

## Abstract

Livestock is the main economic activity in Caquetá department. The low stability caused by inadequate management practices and reduction of fertility, promote soil and pasture degradation in the department. Soil degradation was evaluated in three landforms (plain, hilly and mountain) in the municipality of Florencia-Caquetá. For soil degradation, physical, chemical and biological characteristics were evaluated. For pasture degradation, color of pasture, dead matter, bare soil, weeds and age were established. Concerning to the soils of the three landforms studied, they presented moderated levels of physical degradation from bulk density, chemical degradation from light to none with regard to contents of total nitrogen, available phosphorus, PSI, dissolved salts and biological degradation from none to light in respect of organic matter. According to the degradation of pasture, plain and mountain presented light degradation level and hilly showed severe degradation level.

**Key words:** Degradation, landforms, pasture, soil.

## Introducción

Sudamérica es uno de los continentes con mayor degradación del suelo, representado en el 73% de su territorio (Eswaran & Reich 2001). En Colombia aproximadamente el 50% de las zonas dedicadas a pastoreo muestran algún nivel de degradación, situación que obliga a desarrollar estudios en renovación y rehabilitación de praderas, implementando nuevos diseños y modelos, donde los sistemas silvopastoriles juegan un papel importante (Chamorro *et al.* 1998). Por otro lado, para la región amazónica colombiana, las pasturas son la segunda cobertura predominante, estas corresponden a zonas en pastos limpios y pastos enmalezados (con espacios naturales de 4,7%) básicamente utilizados para sustentar una ganadería extensiva (Peña & Cardona 2010). En efecto de lo anterior el departamento de Caquetá ocupa el 7,79 % del territorio nacional, en el cual se desarrolla como renglón principal la actividad pecuaria, sin embargo el inventario ganadero en el 2005 el departamento representó el 5,3% del total existente de Colombia (Álvarez *et al.* 2013). De tal manera que en el año 2012 el Caquetá contaba con 23,07% de su superficie dedicadas a la actividad ganadera bovina, con 34,59% establecidas en praderas tecnificadas y 65,41% en praderas tradicionales distribuidas en los 16 municipios (Beltrán & Torrijo 2013).

En la práctica, estos terrenos en su gran mayoría no se fertilizan ni poseen leguminosas productivas que

adicionen cantidades adecuadas de nitrógeno al suelo, por lo que al transcurrir años de uso, lleva a su degradación y disminución de la fertilidad (Castillo *et al.* 2005). Se ha sugerido que la degradación del suelo reduce la cantidad de capa superior de suelo asociado con la disminución de nutrientes (Mupenzi *et al.* 2011) o cambios en acidez, materia orgánica y/o retención de iones (Dalhatu & Garba 2012).

No obstante, los pastizales inducidos y formados de especies nativas, siguen ocupando un papel importante en la ganadería porque son recursos relativamente baratos, además de ser muy persistentes (Menocal *et al.* 1992). Por otro lado, en zonas tropicales la degradación del suelo está relacionada principalmente con la conversión de zonas de bosque en pasturas (Smit *et al.* 2013), lo que conlleva a la degradación de la pastura a diferente velocidad (pérdida de producción de biomasa e invasión de malezas), en gran medida esta degradación es a causa de factores climáticos, antrópicos, geoforma entre otros. En un período prolongado de utilización de las pasturas, es posible que ocurran cambios importantes en la estructura física del suelo, el aumento de la compactación, aumenta la escorrentía, disminuye el desarrollo de las raíces y la extracción de nutrientes que se encuentran a mayor profundidad en el suelo. Así mismo, la compactación del suelo permite que el agua corra por la superficie arrastrando partículas y materiales en depósito, iniciando

entonces el proceso de erosión, con lo cual la pastura entra en un proceso de degradación (Hoyos *et al.* 1995).

Dentro de las metodologías existentes para evaluar degradación de suelos están: opinión de expertos, sensores remotos y sistemas de información geográfica, modelamiento, monitoreo y mediciones en campo, sistema de monitoreo en red, opinión de usuarios del suelo y estimación de cambios en la productividad (Kapalanga 2008, Gao & Liu 2010). Para la evaluación del nivel de degradación de pasturas se puede mencionar las que consideran mediciones de porcentaje de pastura, de hierbas y de exposición al sol (Rocha *et al.* 2014), mediciones radiométricas (Severino- Franco & Rosa 2003), presencia de roedores (Roncedo *et al.* 2003) y hormigas o termitas (Spain & Gualdrón 1997). La realización de encuestas con agricultores ha sido otra forma de tratar de determinar nivel de degradación de pasturas (El hag *et al.* 2012).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el nivel de degradación de suelo y pastura en tres geoformas (Vega, Lomerío y Montaña) del municipio de Florencia- Caquetá.

## Metodología

### Características del área de estudio

Suelos de pastura ultisol (Escobar 2004) en tres geoformas: Vega (2ha), Lomerío (2ha) y Montaña (0,5ha) ubicados en el municipio de Florencia, Caquetá. La evaluación de la pastura y muestreo de suelo se realizó en Septiembre de 2012.

**VARIABLES CLIMÁTICAS:** En el mes de septiembre de 2012 se registró: precipitación (214,4 mm), temperatura media (24,8°C), temperatura máxima (34,2°C), temperatura mínima (19,0°C), humedad relativa (83,3%), evaporación (96.5 mm), brillo solar (157,5) y nubosidad (6 octas) (IDEAM 2014).

### Caracterización de la vegetación:

**Vega:** Platanillos (*Renealmia* sp.), Grama dulce (*Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv.), Pasto janeiro (*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc.), Dormidera (*Mimosa pudica* L.), Acacia (*Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby), Coquito (*Cyperus ferax* Rich.).

**Lomerío:** Pasto humidícola (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick), Azulejos (*Paspalum notatum* Alain ex Flüggé, *Clidemia* sp.), Guayabo coronillo (*Bellucia grossularioides*

(L.) Triana), Lacre (*Vismia* cf. *Guianensis*), Estrella blanca (*Dichromena ciliata* Pers.).

**Montaña:** Guaudilla (*Homolepis aturensis* (Kunth) Chase), Grama dulce (*Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv), Grama trenza (*Paspalum notatum* Alain ex Flüggé), Estrella blanca (*Dichromena ciliata* Pers.), Coquito (*Cyperus ferax* Rich.), Azulejo (*Clidemia* sp.), Solito (*Irlbachia alata* (Aubl.) Maas), Paja de zorro o cola de zorro (*Andropogon bicornis* L.), Bocaindio (*Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski), Helecho (*Adiantum amblyopteridium* Mickel & Beitel (Pteridaceae), Helecho (*Pityrogramma calomelanos* (L.) Link), Helecho (*Trichomanes* sp.), Helechos (*Lycopodiella* sp.).

### Diseño experimental

Diseño en bloques completamente al azar con cinco repeticiones, por factor topografía de geoformas.

### Muestreo de suelos

Se realizaron calicatas de 25 cm X 25 cm utilizando palín a una profundidad de 30 cm teniendo en cuenta que se encontraron raíces hasta los 21,5 cm (Tabla 2) posteriormente las muestras de suelo fueron secadas a temperatura ambiente y tamizadas a 2 mm, se llevaron al laboratorio de suelos de la Unidad de Geociencias en CIMAZ Macagual de la Universidad de la Amazonia en donde se analizaron parámetros físicos, químicos y biológicos de suelos.

### Análisis físico

Siguiendo la metodología propuesta por Zamudio *et al.* (2006) se determinó: profundidad efectiva (Cinta métrica), densidad aparente  $D_a$  (Cilindro), densidad real de partículas  $D_r$  (Balón aforado), porosidad total PT (Factor), resistencia a la penetración RP (Penetrómetro de impacto), arena (A) limo (L) arcilla (Ar) (Boyucos), conductividad eléctrica CE (Conductivimetría), pendiente del terreno (clinómetro), altura de vegetación (Cinta métrica) (Stocking & Murnaghan 2000). Por estimación: Valor  $n$ ,  $V_n$  (Soil Survey Staff 2010), Conductividad hidráulica de saturación (CHS) y Capacidad de campo (CC).

### Análisis químico

pH 1:1 (Agua, potenciometría), acidez intercambiable (KCl 1N), capacidad de intercambio catiónico (acetato de amonio 1N), carbono orgánico (Walkley-Black) Ca, Mg y K (acetato de amonio 1N pH 7, absorción atómica Perkin Elmer 3300), fósforo disponible (Bray II modificado), saturación de acidez intercambiable (SAI), relación

**Tabla 1.** Sitios de estudio de suelos bajo pastura en tres geoforma del municipio de Florencia, Caquetá.

Vereda	Geoforma	Latitud	Elevación (m)	Edad pastura (Años)	Uso	Carga (animal/ha)	Rotación (días)
Santo Domingo	Lomerío	01° 34' 19.87 N, 75° 39' 02.9 W	281	25	Doble propósito.	20	30
Caraño	Montaña	01° 43' 44.9" N, 75° 38' 59.9" W	610	30	Lechería Semiestabulado.	8	8
Guayabal	Vega	01 ° 29' 56.92N, 75 ° 39' 46.0 W	245	30	Doble propósito	30	20

**Tabla 2.** Caracterización física de suelos bajo pasturas degradadas en tres geoforma del municipio de Florencia, Caquetá.

Parámetro	Geoforma		
	Vega	Lomerío	Montaña
Profundidad efectiva (cm)	21,5 a	9,7 c	12,0 b
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,7c	2,0a	1,8b
Densidad real de partículas (g/cm <sup>3</sup> )	2,5b	2,9a	2,6ab
Porosidad total (%)	31,8a	30,1a	29,8a
Conductividad eléctrica (dS/m)(25°C)	0,2a	0,2a	0,7a
Resistencia a la penetración (Mpa)	2,8a	3,9a	1,0b
Valor n	0,8b	0,8b	0,1a
Arena (%)	35,7a	47,6a	63,6b
Limo (%)	37,4b	17,4a	9,4a
Arcilla (%)	26,8a	34,8a	26,8a
Conductividad hidráulica de saturación (cm/h)	0,5c	0,2a	0,3b
Capacidad de campo (%)	29,0b	3,0a	25,0c
<b>Otros</b>			
Pendiente del terreno (%)	3,7a	26,3b	36,6c
Altura de vegetación (cm)	26,3c	9,6a	18,3b

Letras minúsculas distintas en la misma fila indican diferencia significativa ( $P<0,05$ )

Carbono/Nitrógeno (C/N), saturación de bases(SB), porcentaje de Sodio intercambiable(PSI) (Zamudio *et al.* 2006), materia orgánica (MO,  $f=2$ , (Pribyl 2010). Estimado: Nitrógeno total y Sales disueltas (IMP 2011).

#### Análisis biológico

El estudio de la macrofauna del suelo se realizó según la metodología propuesta por Rosas (2011). Los invertebrados colectados fueron conservados en alcohol al 75 %v/v, excepto las lombrices, que se depositaron en una solución de formol al 4 %v/v (Sánchez & Restrepo 2004), se clasifico en categoría taxonómica hasta orden mediante el sistema de clasificación de Borror y Delong (Triplehorn & Johnson 2005).

#### Degradación de suelo

Se utilizó la metodología de Senjobi *et al.* (2013) para degradación física (densidad aparente), química (Nitrógeno total, Fósforo, Potasio, porcentaje de Sodio intercambiable, saturación de bases y sales disueltas) y biológica (Materia Orgánica), donde se establece, una escala de cuatro niveles de degradación de suelo: 1 (ligera a ninguna degradación), 2(moderada), 3(alta) y 4(muy alta).

#### Caracterización del nivel de degradación de pastura

Se siguió la metodología de Barcellos (1986) la cual definió una escala de cuatro niveles de degradación de pastura donde: el nivel 1(no aparente), 2(leve), 3(moderada) y 4(severo). Estos se establecieron con base a criterios como: color, materia muerta, suelo desnudo, malezas, edad, hormigas y termitas.

#### Análisis estadístico

Prueba de comparación de medias LSD Fisher de las variables físicas y químicas para establecer diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre las geoformas, utilizando el paquete estadístico InfoStat versión 2008.

## Resultados y discusión

### Análisis físicos

En las geoformas evaluadas, la profundidad efectiva, densidad aparente, conductividad hidráulica de saturación, capacidad de campo, pendiente del terreno y altura de vegetación presentaron diferencias significativas entre geoformas (Tabla 2). La clase textural en vega fue franca, para lomerío fue arcillo arenosa y en montaña fue franco arcillo arenosa similares a las reportadas para suelos amazónicos (Peña & Cardona 2010) se encontró en las tres geoformas estudiadas alta densidad aparente (1,7 g/cm<sup>3</sup>-2,0g/cm<sup>3</sup>), según Pinzón (2009) la densidad aparente (>1,6 g/cm<sup>3</sup>)ya es causa de efectos de compactación y baja porosidad (<35%), lo cual está relacionado con una alta resistencia a la penetración (Tabla 2).Los suelos aquí estudiados presentan alta compactación debido a que presentan densidad aparente superior a 1,6 g/cm<sup>3</sup> y una porosidad inferior al 35%, dificultando la aireación (Castro 1998). El valor n, parámetro asociado a la consistencia del suelo, caracteriza la capacidad del suelo bajo pastura para soportar carga animal, considerando un valor crítico de 0,7 si n es menor a 0,7 el suelo soporta alta carga animal y mayor a 0,7 el suelo soporta baja carga animal, esto indica que los suelos de vega y lomerío no soporta alta carga animal y montaña si (Tabla 2) (SOIL SURVEY STAFF 2010).

### Análisis químicos

En relación a las propiedades químicas el pH de vega se considera fuertemente ácido, el de lomerío extremadamente ácido y montaña muy fuerte ácido (Tabla 3) (Castro 1998). AI y SAI presentaron diferencias significativas entre suelos de pasturas de las geoformas evaluadas. Los valores de los parámetros SAI, CO, CIC, Ca, Mg, K y P (Tabla 3), independientemente de la geoforma considerada, fueron similares a los reportados en suelos con pastoreo en Caquetá. (Peña & Cardona 2010). En los suelos de las tres

**Tabla 3.** Caracterización química de suelos de pasturas degradadas en tres geoformas del municipio de Florencia, Caquetá.

Parámetro	Geoforma		
	Vega	Lomerío	Montaña
pH	5,4a	4,5b	4,7b
AI (cmol/Kg)	0,6c	6,8a	1,9b
CIC (cmol/Kg)	17,1a	12,8b	12,3b
CO (%)	1,8a	1,8a	1,6a
MO (%)	3,6a	3,6a	3,2a
N total (%)	0,2a	0,1a	0,1a
Ca (cmol/Kg)	2,8a	0,2b	0,3b
Mg (cmol/Kg)	0,8a	0,6b	0,9b
K (cmol/Kg)	0,1a	0,7ab	0,6b
P (cmol/Kg)	9,8a	10,5a	9,9a
SAI (%)	18,0c	94,3a	77,1b
C/N	10,2a	10,1a	10,1a
SB (%)	23,9a	3,4b	4,4b
PSI (%)	1,0a	1,1a	1,3a
Sales disueltas (g/L)	0,1	0,1	0,4

Letras minúsculas distintas en la misma fila indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ). pH: potencial de Hidrogeno, AI: acidez Intercambiable, CIC: capacidad de intercambio catiónico, CO: carbono orgánico, MO: materia orgánica, N total: Nitrógeno total, Ca: Calcio, Mg: Magnesio, K: Potasio, P: Fósforo, SAI: saturación de acidez intercambiable, C/N: relación Carbono Nitrógeno, SB: saturación de bases, PSI: porcentaje de Sodio intercambiable.

geoformas el contenido de K, P y SB, se consideró bajo. El contenido de MO, N total, CIC, es considerado medio, la relación C/N indica similitud en el proceso de descomposición de la MO en los suelos estudiados (Castro 1998).

#### Análisis biológicos

Se colectaron 239 individuos, distribuidos en nueve órdenes de macroinvertebrados con predominio, en general los órdenes Hymenoptera, Coleóptera y Orthoptera (Tabla 4).

En los suelos bajo pastura degradada, se encontró alto contenido de especímenes del orden coleóptera (Tabla 4) independientemente de la geoforma evaluada a diferencia de lo reportado por Zerbino (2010) reporta espécimen del orden coleóptera en suelos no degradados. En la geoforma

**Tabla 4.** Densidad de Macrofauna presente en suelos de pasturas en tres geoformas en el municipio de Florencia, Caquetá.

Orden	Geoforma		
	Vega	Montaña	Lomerío
Orthoptera	10	2	3
Hymenoptera	21	9	20
Hemiptera	4	0	3
Coleoptera	11	10	9
Aranae	5	15	6
Blattodea	2	4	0
Pulmonatha	1	10	0
Isoptera	2	3	28
Haploxida	25	36	0

Valores corresponden a la media  $n=5$

vega se encontró mayor contenido de leguminosas (dormidera) correlacionando positivamente con el mayor número de lombrices (Haploxida) encontrada en la misma geoforma, situación similar en investigaciones realizadas en pastizales tropicales en Cuba donde las leguminosas tuvieron un impacto positivo en la actividad de macrofauna, especialmente en la población de lombrices (Sánchez *et al.* 2008).

#### Degradación de suelo

Los suelos de pastura de las tres geoformas, presentaron nivel de degradación física moderada, en degradación química de ligera a ninguna degradación con respecto a contenido de nitrógeno total, fósforo disponible, PSI y sales disueltas. Las geoformas lomerío y montaña, las cuales mostraron nivel de degradación química moderada-alta con respecto a contenido de potasio y saturación de bases, en cuanto a la degradación biológica las geoformas se clasificaron en un nivel de ninguna a ligera. Tratando de asociar la degradación de pastura con las propiedades químicas del suelo, Muller *et al.* (2004) ha señalado el poco valor informativo de los contenidos de nutrientes del suelo de la Amazonia Brasileña para diferenciar nivel de degradación de pastura.

Se sugirió considerar sales disueltas SD ( $SD (g/L) = CE (ds/m) \times 0,64$ ) como otro indicador químico de degradación de suelo dado que en estudios de suelos es más común el registro de la conductividad eléctrica que el de la salinidad. (Behera & Shukla 2015).

#### Degradación de pasturas

Se ha observado que para definir decaimiento de una pastura se debe considerar si hay disminución de la producción de biomasa, incremento en la invasión de malezas, disminución en la biomasa radicular y concentración del sistema radicular en la superficie del suelo (Muller *et al.* 2004). Vega y montaña presentaron nivel de degradación leve y lomerío presentó nivel de degradación severa (Tabla 6). Con respecto al valor de la pendiente de montaña (36.6%), ésta presenta la mayor susceptibilidad a la degradación de la pastura, seguido por lomerío (26.3%) (Tabla 2) según Blanco & Nieuwenhuyse (2011), quienes señalan que al aumentar la pendiente del terreno aumenta la susceptibilidad a la degradación de pastura.

La materia muerta entendida como la deposición de hojarasca o materia seca de la planta encontrada sobre el suelo y que no está unida a la planta se ha considerado como un indicador del grado de declinación de una pastura (Oliveira *et al.* 2004). En este trabajo este indicador fue similar en montaña y vega (11-20%) (Tabla 6) mediante percepción visual. La condición de degradación severa de pastura según Bell *et al.* (2011) se da con disminución de un 90% de la profundidad de la raíz. Se observó que la profundidad efectiva de la pastura con degradación severa en lomerío

**Tabla 5.** Calificación del nivel de degradación física, química y biológica de suelo bajo pastura de las tres geoformas estudiadas del municipio de Florencia, Caquetá (Senjobi *et al.* 2013).

Degradación Geoforma	Física Da	Química						Biológica MO
		N total	P disponible	K disponible	PSI	*SB	Sales disueltas (g/L)	
Vega	2	1	1	3	1	2	1	1
Lomerío	2	1	1	4	1	4	1	1
Montaña	2	1	1	4	1	4	1	1

1=(ligera a ninguna degradación), 2=(moderada), 3=(alta) y 4=(muy alta). Saturación de bases 1=(>76), 2=(75-46), 3=(43-24),4=(<23). Conductividad 1=(<1, 2)=(1-2), 3=(2-3), 4=(<3), \*(Respecto al 50%). Densidad aparente (Da), Nitrógeno total (N total), fósforo disponible (P disponible), Potasio (K), porcentaje de sodio intercambiable (PSI), saturación de bases (SB), materia orgánica (MO).

(9,7cm) era del 43% respecto de la profundidad efectiva de la pastura con degradación leve en vega (21,5 cm) con baja compactación comparativamente, esto evidenció la dificultad que presentó la raíz de la pastura en lomerío para penetrar en el suelo debido a un aumento en la resistencia del mismo (3,9Mpa) en el proceso de degradación de la pastura asociado principalmente al pisoteo del ganado (Tabla 2).

Se observó que el suelo de lomerío (degradación de pastura severa o fuerte) presentó el mayor valor de Da (2,0), seguido de suelo de vega (degradación de pastura leve) con Da de 1,7 (Tabla 2) lo cual está en concordancia con lo registrado por Fonte *et al.* (2014) para la amazonia colombiana al indicar una correlación positiva entre Da y nivel de degradación de pastura.

Como se observó en la Tabla 3 el contenido de MO no mostró diferencia significativa entre geoforma con diferente nivel de degradación de pastura, nuevamente indicando el poco valor informativo de éste parámetro para diferenciar niveles de degradación de pastura tal como se registró en estudios de MO en Ultisoles de la región Amazónica (Rocha *et al.* 2014). Aunque Fonte *et al.* (2014) observaron disminución del contenido de fósforo al aumentar el nivel de degradación de la pastura y plantean su posible uso como indicador de degradación de suelos.

En conclusión, se estableció nivel de degradación física moderada, nivel de degradación química ligera a ninguna con respecto al contenido de nitrógeno total, fósforo disponible, PSI y sales disueltas para degradación de suelo de pastura. En relación al contenido de potasio y saturación de bases, lomerío y montaña mostraron nivel de degradación química muy alta, mientras que vega presento nivel de degradación química moderada-alta y nivel de degradación biológica de ninguna a ligera. En la degradación de pastura se estableció que vega y montaña presentaron nivel de degradación leve y lomerío presento nivel de degradación severa.

### Agradecimientos

Universidad de la Amazonia, Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados, Anthony José Díaz, Ana Lorena Penagos por la colaboración en el trabajo de campo y laboratorio, Mario Angulo González por la identificación del material vegetal y a la licenciada en ingles Diana Cristina Pabón Silva por los aportes en la traducción de documentos de carácter científico.

### Literatura citada

- Álvarez, F., J. Suarez, J. Orejuela, H. Ocaña, D. Chimbaco, C. Núñez, V. Calderon, C. Grajales, J. Otalora, A. Zambrano, J. Cubillos. 2013. Análisis de la composición florística arbórea en potreros de fincas ganaderas de doble propósito en la amazonia colombiana. Págs. 76-84 en: J. Alvares (ed). Arboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del piedemonte Amazónico. Universidad de la amazonia, Florencia.
- Barcellos, A. 1986. Recuperação de pastagens degradadas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados (CPAC). 38 p. Planaltina.
- Behera, S.K., A.K. Shukla. 2015. Spatial distribution of Surface soil acidity, electrical conductivity, soil organic carbón content and exchangeable potassium, calcium and magnesium in some cropped acid soils of India. Land degrad. Develop. 26:71-79.
- Bell, L.W., J.A. Kirkegaard, A. Swan, J.R. Hunt, N.I. Huth, N.A. Fettell. 2011. Impacts of soil damage by grazing livestock on crop productivity. soil & Tillage Research 113: 19-29.
- Beltrán, Y., R. Torrijo. 2013. Línea base de la industria láctea del Caquetá. Comité de departamental de ganaderos del Caquetá y Cámara de comercio de Florencia para el Caquetá. Informe. Consultado 27 Ene 2015. Disponible en <http://www.ccflorencia.org.co/descargas/informes%20presidencia/2014/L%20C3%ADnea%20Base%20de%20la%20Industria%20L%20C3%A1lctea%20del%20Caquet%C3%A1.pdf>
- Blanco, R., A. Nieuwenhuys. 2011. Influence of topographic and edaphic factors on vulnerability to soil degradation due to cattle grazing in humid tropical mountains in northern Honduras. Catena 86: 130-137 pp.
- Castillo, E.G., B.M. Valles, T.L. Mannelje, A.S. Aluja. 2005. Efecto de introducir Arachispintoi sobre variables del suelo de

**Tabla 6.** Síntomas y nivel de degradación de la pastura determinado en tres geoformas del municipio de Florencia, Caquetá (Barcellos 1986).

Geoforma	Síntoma						Nivel de degradación
	Color pastura	Materia muerta (%)	Suelo desnudo (%)	Malezas (%)	Edad (Años)		
Vega	Verde oscuro	nov-20	<10	11-20%	>10	Leve	
Lomerío	Amarillo	<10	>30	>30%	>10	Severo	
Montaña	Verde claro	nov-20	nov-20	21-30%	>10	Leve	

- pasturas de grama nativa del trópico húmedo mexicano. *Técnica Pecuaria en Mexico* 43:287-295.
- Castro, H.E. 1998. Fundamentos para el conocimiento y manejos de suelos agrícolas. Tunja. Editorial Produmedios. Bogotá.
- Chamorro, D.J., J.C Arcos, M. Vanegas. 1998. Gramíneas y leguminosas, consideraciones agrozootécnicas para ganaderías de trópico bajo. *Boletín de investigación. CORPOICA*, Tolima, Colombia.
- Dalhatu, S., J. Garba. 2012. Soil Resources Degradation and Conservation Techniques Adopted Among the Small Holder Farmers in Gusau, North-Western Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Science* 20(2): 134-14p.
- El hag A.M., A.A. hassabo, L. Bushara, M.O. Eisa, I.A. Ishag. 2012. Evaluation of pasture degradation and feed resources in North Kordofan state, Sudan. *Wudpecker Journal of Agricultural Research* 1(10): 417 - 422 pp.
- Escobar, C.J. 2004. El cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*) en agroforestería para reabilitar ultisoles degradados en el piedemonte del Caquetá. *Memorias Taller ICS*.
- Eswaran, H.R., P.F. Reich. 2001. La degradación del suelo: una visión general. En: Puentes, E.M., I.D. Hannam, L.R. Oldeman, F.T. Pening de Vries, S.J. Scherr, S. Sompatpanit (comps.). *Las respuestas a la degradación del suelo. Proc. Segundo. Conferencia Internacional sobre la degradación de la tierra y la desertificación, KhonKaen, Tailandia. Oxford Press, Nueva Delhi, India.*
- Fonte, S.J., M. Nesper, D. Hegglin, J.E. Velásquez, B. Ramirez, I.M. Rao, S.M. Bernasconi, E.K. Bünemann, E. Frossard, A. Oberson. 2014. Pasture degradation impacts soil phosphorus storage via changes to aggregate-associated soil organic matter in highly weathered tropical soils. *Soil Biology & Biochemistry* 68: 150-157 pp.
- Gao, J., Y. Liu. 2010. Determination of land degradation causes in Tongyu County, Northeast China via land cover change detection. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 12: 9-16pp.
- Hoyos, P., O. García, M.L. Torres. 1995. Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 4 de la Serie "Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos". Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali. Pp. 120.
- IDEAM. 2014. Estación meteorológica CIMAZ Macagual. Sistema de información Nacional Ambiental.
- Kapalanga, T. S. 2008. A review of Land degradation assessment methods. *Land Restoration Training Programme Final project 2008 Keldnaholt, 112 Reykjavík, Iceland.* Pp 17-69.
- Menocal, S.E., J.L. Dávalos, A. Aluja, M.A. Álvarez. 1992. Diagnóstico y estrategias de desarrollo de la producción bovina lechera en la región Veracruz centro. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.* p. 108
- Muller, M.L., M.F. Guimaraes, T. Desjardins, D. Mitja. 2004. The relationship between pasture degradation and soil properties in the Brazilian amazon: a case study. *Revista Agriculture, Ecosystem and Environment* 103: 273-288 pp.
- Mupenzi, J. de la P., L. Li, J. Ge, A. Varennyam, G. Habiyaremye, N. Theoneste, K. Emmanuel. 2011. assessment of soil degradation and chemical compositions in rwandan tea-growing areas. *geoscience frontiers* 2(4): 599-607pp
- Oliveira, O.C., I.P. Oliveira, B.J. Alves, S. Urquiaga, R.M. Boddey. 2004. Chemical and biological indicators of decline/degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103: 289-300 pp.
- Peña, C.P., G. Cardona. 2010. Dinámica de los suelos amazónicos: Procesos de degradación y alternativas para su recuperación. *Instituto Sinchi. Bogotá, Colombia.* 122 pp.
- Pinzon, A. 2009. Apuntes sobre física de suelos. Editorial Cargraphics, Colombia.
- Pribyl, W.D. 2010. A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. *Geoderma* 156: 75-83 pp.
- Rocha, P.R., G.K. Donagemma, F.V. Andrade, R.R. Passos, F.C. Balieiro, E.S. Mendonça, H.A. Ruiz. 2014. Can Soil Organic Carbon Pools Indicate the Degradation Levels of Pastures in the Atlantic Forest Biome? *Journal of Agricultural Science.* 6(1):84-95 pp.
- Roncedo, C., H. Pérez, R. Corbella. 2003. Metodología para evaluar pasturas tropicales degradadas: *Chloris gayana* Kunth cv. común en la llanura deprimida de Tucumán, Argentina. Tercera reunión de producción vegetal y primera de producción animal del NOA. 33-44 pp.
- Rosas, G. 2011. Incidencia de sistemas agroforestales con *Hevea brasiliensis* Muell sobre la edafología del lomerío intervenido en Caquetá (Colombia). 82 pp.
- Sánchez, S., G. Crespo, M. Hernández, Y. García. 2008. Factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca en pastizales Pastos y Forrajes 31 (2): 99-118 pp.
- Sánchez, S., G. Restrepo. 2004. Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas puras o intercaladas con leucaena. *Rev. Pastos y forrajes.* 27(4). 347-353 pp.
- Senjobi, B., O. Ande, A. Ogunkunle. 2013. Land degradation assessment under different uses: implications on soil productivity and food security. *Agronomski Glasnik.* 1:3-22.
- Severino, J.B., R. Rosa. 2003. Metodología de coleta de dados radiométricos em pastagens do gênero "brachiaria" com diferentes estágios de degradação. *Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, INPE,* p. 2483 - 2491 pp.
- Smit, H. H., E. Meijaard, C. van der Laan, S. Mantel, A. Budiman, P. Verweij. 2013. Breaking the Link between Environmental Degradation and Oil Palm Expansion: A Method for Enabling Sustainable Oil Palm Expansion. *PLoS ONE* 8(9): e68610. doi:10.1371/journal.pone.006861
- SOIL SURVEY STAFF. 2010. Claves para la Taxonomía de Suelos. Décima edición.
- Spain, M.J.; R. Gualdron. 1997. Degradación y rehabilitación de la pastura. Pags. 269-283 en: Lazacano, E.C; M.J. Spain (eds). *Establecimiento y renovación de pasturas.* CIAT. Valle, Cali.
- Stocking, M., N. Murnaghan. 2000. *Land degradation-Guidelines for field assessment.* Overseas Development Group, University of East Anglia, Norwich, UK, 121 p.
- Triplehorn, C., F. Johnson. 2005. *Borrer and delong's: introduction to the: Study of insects.* 7med. Ed. Thomson. ISBN: 0-03-096835-6. United States. 864 pp.
- Tropicos. 2014. Missouri Botanical Garden, consultado 15 oct 2014. Disponible [www.tropicos.org/](http://www.tropicos.org/)
- Zamudio, A., C. Carrascal, J. Pulido, E. Gallardo, M. Ávila, V.D. Vargas. 2006. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 6ª ed. *Instituto Geográfico Agustín Codazzi.* Bogotá, D. C. 648 pp.
- Zerbino, M.S. 2010. Evaluación de la macrofauna del suelo en rotaciones cultivos-pasturas con laboreo convencional. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie),* núm. 2: 189-202 pp.